جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره‌چهارم، زمستان ۱۳۹۱

صص ۱۱۱-۹۷

پدیده کویرزایی در تالاب‌های ایران
(مطالعه موردی: تالاب میقان)

منیژه قهرودی تالی[۱]- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

بهاره میرزاخانی- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

آتنا عسگری- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۶ تاریخ تصویب:۱۳۹۲/۲/۲۸

چکیده

پدیده کویرزایی از مشکلات کشورهایی است که حوضه‌های آبریز بسته دارند. در پست‌ترین نقاط این حوضه‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌هایی وجود دارند که باقیمانده آخرین دوره یخچالی هستند. در دهه اخیر تغییرات اقلیمی، کمبود بارندگی، فعالیت‌های انسانی و سوء مدیریت منابع آب سبب کاهش ورودی آب به تالاب‌ها شده و خشک شدن فصلی و یا دائمی تالاب‌ها را به دنبال داشته است. این خشکی منجر به رسوب کانی‌های محلول به‌ویژه نمک‌ها شده و تالاب‌ها را به کویر تبدیل کرده است. تالاب میقان نیز که حوضه آبریزی به مساحت حدود ۵۵۲۸ کیلومتر مربع را زهکشی می‌کند با معضل کاهش ورودی آب و پدیده کویرزایی مواجه است. این پژوهش با هدف بررسی گسترش کویری شدن در تالاب میقان انجام شده و داده‌های مورد استفاده در آن شامل نقشه توپوگرافی، نقشه زمین‌شناسی و داده باندهای انعکاسی از تصویر ETM^+ و تصویر IRS-P6 سال ۲۰۰۷ است. روش تحقیق شامل تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) مبتنی بر ماتریس همبستگی، تحلیل‌های دانه‌سنجی از ۱۱ نمونه رسوب و بررسی‌های میکروسکوپی از ۱۲۰ دانه از هر نمونه رسوب بوده است. نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی در تصویر ETM^+ و تصویر *IRS* دو سطح را شناسایی کرد که سطوح درونی متعلق به *PC2* و سطوح بیرونی مربوط به *PC*۱ در هر دو تصویر بوده است. بررسی‌های مورفوسکوپی مقاطع نشان داد که بخش خشک این تالاب قبلاً زیر آب بوده و آثار هوازدگی‌های شیمیایی در مقاطع وجود دارد. همچنین ضریب سایش نمونه‌ها نشان از فرسایش آبی در رسوبات نمکی و ژیپس دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تالاب میقان در طول تحولات اقلیمی، چنین خشکی‌ای را تجربه نکرده بوده است و اگر روند خشکی ادامه یابد این تالاب به کویری دائمی تبدیل می‌شود که امکان احیای آن وجود نخواهد داشت.

کلید واژه‌ها: جاده تالاب، کویرزایی، میقان، بحران آب.

۱ نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۱۲۶۳۹۶۸ Email: MGhahroudi@sbu.ac.ir

مقدمه

ایران کشوری کوهستانی و دارای حوضه‌های آبریز متعدد آرئیک است که رواناب آن‌ها به سـمت چالـه‌هـای داخلی ایران زهکشی می‌شود. این چاله‌ها به صورت دریاچه‌ها و تالاب‌های پرآب از زیستگاه‌های مهـم آبـی بـه شمار می‌روند. اکثر این تالاب‌ها در نتیجه نیروهای تکتونیکی و عوامل فرسایشی ایجـاد شـده‌انـد و بـاقی‌مانـده دریاچه‌های کواترنری هستند که در دوره‌های بین یخچالی، سطوح رسوبی در اطراف آن‌ها شکل گرفته است که بیانگر تحولات اقلیمی آن‌هاست. در سال‌های اخیر پدیده‌هایی همچـون افـزایش جمعیـت، گسـترش شـهرهای بزرگ و به تبع آن رشد فعالیت‌های انسانی و همچنین تغییرات اقلیمی سبب شده تا ورود آب به ایـن تـالاب‌هـا کاهش یابد و در بعضی از فصول قطع شود و در نتیجه خشکی دائمی یا فصلی برای آن‌هـا پدیـد آورد. خشـک شدن تالاب‌های ایران سبب تجمع کانی‌های تبخیری به‌ویژه نمک‌ها و ایجاد روند کـویرزایی در ایـن تـالاب‌هـا شده و تحول پلایاگونه آن‌ها را شدت بخشیده است. به طوری که در سال‌های اخیر افزایش رسـوب کـانی‌هـای نمکی بر روی نهشته‌های آواری سبب گسترش زون نمکی و تبدیل تالاب‌ها به کویر شـده اسـت کـه ایـن امـر علاوه بر اثرات متعدد زیست محیطی، نقش مهمی نیز در ایجاد و تشدید طوفان‌های گـرد و غبـار ایفـا مـی‌کنـد (قهرودی، ۱۳۹۱).

مطالعات متعددی در مورد منشأ نهشته‌های تبخیری، ژئوشیمی و رسوب‌شناسی نهشته‌های اطراف تالاب‌هـا و پلایاها انجام شـده اسـت (Hardie,1968) (Eugster,1980-1984) . شـرکت معـدنی امـلاح ایـران در طـی سال‌های (۱۳۷۰ تا ۱۳۷۲: ۱٦) به منظور جستجو و اکتشاف ماده معـدنی سـولفات سـدیم در محـدوده دریاچـه میقان، مطالعات رسوب‌شناسی انجام داده و سطوحی با حداکثر تجمـع سـولفات سـدیم را تعیـین کـرده اسـت. زمانی فراهانی (۱۳۷۸) نیز مطالعاتی کلی بر روی رسوب‌شناسی میقان انجام داد و به این نتیجه رسید که کـاهش ورودی آب به این تالاب، موجب هجوم جبهه آب شور بـه آب شـیرین در ایـن منطقـه شـده اسـت.همچنـین مهاجرانی (۱۳۷۸) رسوب شناسی ، منشأو نحوه گسترش نهشته های تبخیری دراطراف پلایاها را بررسی نمـوده است.

علاوه برعملیـات آزمایشگاهی،اسـتفاده ازتکنیکهـای سـنجش از دور بـه ویـژه تحلیـل مؤلفـه هـای اصـلی[1] (PCA)،ترکیب باندی، فیلترها و نسبت گیری طیفی در شناسایی پهنـه هـای رسـوبی را مـی تـوان درتحقیقـات گونلـو (۲۰۰۸)، رسـولی وهمکـاران (۱۳۸۷) وقهـرودی تـالی (۲۰۱۰، ۱۳۹۰،۱۳۹۱، ۱۳۸۹) مشـاهده نمـود. پژوهش های متعدد علوی پناه در سالهای۱۳۷۹، ۱۳۸۳، ۱۹۹۷، ۲۰۰۲و۲۰۰۳، در خصوص استفاده از تکنیکهای فوق در شناسایی پدیده ها درکویرها وبیابانها قابل توجه است. درشناسایی منشاء رسوبات عهد حاضر مـرادی و

1 Principal Component Analysis(PCA)

دیگران (۱۳۸۵: ۱۰) با بکارگیری داده های ماهواره ای درجنوب دشت خوزستان بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه رسوب‌گذاری در این منطقه متاثر ازدریا ورودخانه بـوده اسـت. اسـتفاده ازتکنیـک تحلیـل مؤلفـه هـای اصـلی درشناسایی کانیهای ژیپس، اندریت، مارن، رس، نمک و آهک در جنوب شـهر فیروزآبـاد در پـژوهش هاشـمی تنگستانی وتوکلی(۱۳۸٦) نیزمشاهده می شود. محققین متعددی اسـتفاده ازتحلیـل مؤلفـه هـای اصـلی را بـرای کاهش تعداد متغیرها وتفسیر بهتر اطلاعات ماهواره ای توصـیه نمـوده انـد(Sanchez-Martos& et al,2001) (Camdevyren& et al, 2005).این پژوهش ترکیبی از روشهای فوق در مطالعه تشدید شرایط تبـدیل تـالاب میقان به کویر را مورد استفاده قرار داده است.

منطقه مورد مطالعه

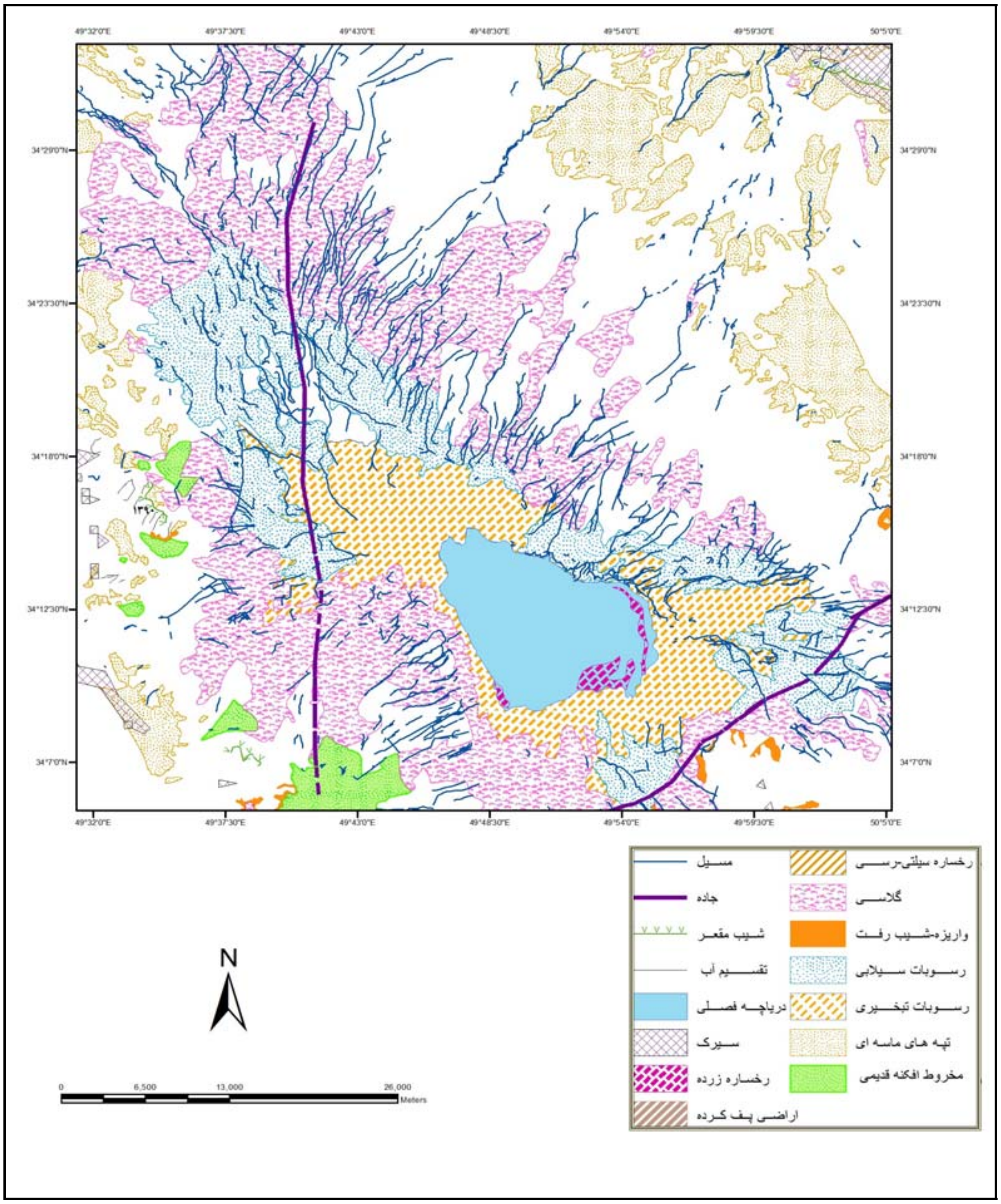
تالاب میقان در شمال شرقی شهر اراک و در دشت فراهان قرار دارد و مسـاحت آن از حـدود ۱۰۰ الـی ۱۱۰ کیلومتر مربع متغیر است. این تالاب با آب شوری که دارد در حوضه میقان واقـع اسـت کـه از زیرحوضـه‌هـای کویر مرکزی ایران است. تالاب میقان در پست‌ترین نقطه حوضه دارای ۱٦٦۰ متر ارتفاع از سطح دریا اسـت. از نظر ساختمان زمین‌شناسی، حوضه میقان از دو واحد بزرگ کوهسـتانی در حاشـیه و دشـت رسـوبی در بخـش میانی تشکیل شده است. در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه، حوضه میقان به صورت سیستم گرابنـی دیـده می‌شود که در امتداد دو گسل، فرو افتاده است. علت بسته شدن و استقلال حوضه، چین خـوردن و بـالا آمـدن نهشته‌های زمان پلیوسن حاشیه شرق حوضه و همزمان فرو افتادن دشت میانی در اثر رخداد تکتونیکی پاسادنین در عهد پلئیستوسن (۷۰۰ هزار سال قبل) است. ته‌نشست‌های این دوره شامل آبرفت‌های قـدیمی، آبرفـت‌هـای جوان، کفه‌های رسی و نمکی است که سطح نسبتاً پهناوری از حوضـه را فـرا گرفتـه اسـت. شـکل ۱ موقعیـت تالاب میقان و واحدهای اراضی آن را نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شـامل نقشـه توپـوگرافی در مقیـاس ۱:۲۵۰۰۰، داده ارتفـاعی Aster، نقشـه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و داده ٦ باند انعکاسی از تصویر ETM+[1] در ابعاد ۲۸۱٤×۱۹۹۷ پیکسل مربوط به ماه جـولای سال ۲۰۰۰ است که برای افزایش تفکیک مکانی با تصویر باند پانکروماتیک همـان سـنجنده، بـا ابعـاد پیکسـل ۱۵ متـر ترکیب شده است[2]. همچنین برای افزایش دقت و کنترل بیشتر، ٤ باند انعکاسی از تصاویر IRS- P6(LISS[3]III) همـان ماه مربوط به سال ۲۰۰۷ نیز مورد استفاده قرار گرفته است. مراحل انجام این پژوهش به ترتیب زیر است:

---

1 Enhanced Thematic Mapper
2 Merge Resolution
3 Linear Imaging Self Scanning



شکل ۱ واحدهای اراضی و موقعیت تالاب میقان

– برای به دست آوردن تغییرات سطوح رسوبی اطراف تالاب، از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی(PCA) مبتنی بر ماتریس همبستگی استفاده شد؛ بدین ترتیب که پس از ترکیب باندهای انعکاسی تصویر ETM[1]+ با باند پانکروماتیک همان سنجنده، ماتریس همبستگی آن‌ها محاسبه شد (جدول۱). همان گونه که جدول اخیر نشان می‌دهد، ضرایب همبستگی بین باندهای

1 Enhanced Thematic Mapper

ETM1, ETM2, ETM3 همبستگی قوی‌ای را نشان می‌دهد که حاکی از تکرار اطلاعات در باندهای مجاور است. مؤلفه‌های ٦ گانه مبتنی بر باندهای ۱ تا ۷ سنجنده ETM (به استثنای باند ٦) محاسبه شد و سهم هر PC از کل تغییرات تحت عنوان درصد واریانس (یا مقدار ویژه[1]) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج به دست آمده در جدول ۲ نشان می‌دهد که هرچه PC در مراتب پایین‌تری قرار گیرد، اطلاعات کمتری را داراست. ۹۹/۲۷ درصد از واریانس در سه PC اولیه قرار می‌گیرد.

جدول ۱ ماتریس همبستگی[2] شش باند انعکاسی **ETM**

	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM7
ETM1	۱					
ETM2	۰.۹٦۹۹	۱				
ETM3	۰.۸۸٦۸	۰.۹٦۱۳	۱			
ETM4	۰.٦٤٤۱	۰.۷۰۵۹	۰.٦٦٦٥	۱		
ETM5	۰.٤۳۹۰	۰.٦۰۱٥	۰.۷۱٥۸	۰.٦۳٤٥	۱	
ETM7	۰.۳٥۰۱	۰.٥۲۱۲	۰.٦٦۹۱	۰.٤۳٥٦	۰.۹٥۱٤	۱

جدول ۲ ضرایب بردارهای ویژه (λ) برای باندهای انعکاسی در مؤلفه‌ها

	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM7	Eigenvector	Variances%
PC1	۰.۲٤۲۷	−۰.۲۱۱۲	۰.۳۹۳۹	−۰.٦۸۰۱	۰.۰۸٥۹	−۰.٥۲۰۸	۸٤۹.٦۹۹۳	۸٥.۸۸
PC2	۰.۳۲۱۳	−۰.۱٤۸۸	۰.۳۸٦٤	−۰.۲٤۱۳	−۰.۰۰٤۷	۰.۸۱٦٦	۷٤.۹۰۹۸	۷.٥۷
PC3	۰.٤۸٤۹	۰.۰۳۳٤	۰.٥۲۷۰	۰.٦٤۰۳	−۰.۱۲٤۷	−۰.۲٤٥٦	٥۷.٦۲۳٤	٥.۸۲
PC4	۰.٤۷۱۹	−۰.٦۸۲۰	−۰.٥۱٥۲	۰.۱۲٥۳	۰.۱۷۳۷	−۰.۰۲۸۱	٤.۸۳٤۰	۰.۰٤
PC5	۰.٤۷۱۷	۰.۳۰۰۸	−۰.۳٥۳٥	−۰.۲۲٥۱	−۰.٦۷٥٥	−۰.۰۱۹٤	۱.۷٤۸٤	۰.۰۱
PC6	۰.۳٦٦۷	۰.٥٦۷۳	−۰.۱٦٥۰	−۰.۰٥۲٤	۰.۷۰۰۳	۰.۰۱۳۹	۰.٤۹۱۳	۰.۰۰٤

- برای این که تحلیل فوق با دقت بالاتری انجام شود، مشابه عملیات مذکور را بر روی ٤ باند انعکاسی تصویر IRS-P6(LISSIII) باابعاد پیکسل ۲۷ متر اجرا شد. جدول ۳ همبستگی بین باندها را نشان می‌دهد که در دو باند اول ۰.۹٥٦۹ است. مؤلفه‌های ٤ گانه نیز در این تصویر تهیه شد (جدول ٤) که ۹۹/۰۷ درصد واریانس، در PC1 و PC2 و PC3 متمرکز شده است. شکل ۲ سطوح به دست آمده از مؤلفه اول و دوم در تصویر ETM و IRS را نشان می‌دهد.

جدول ۳ ماتریس همبستگی[3] چهار باند انعکاسی **IRS- P6(LISSIII)**

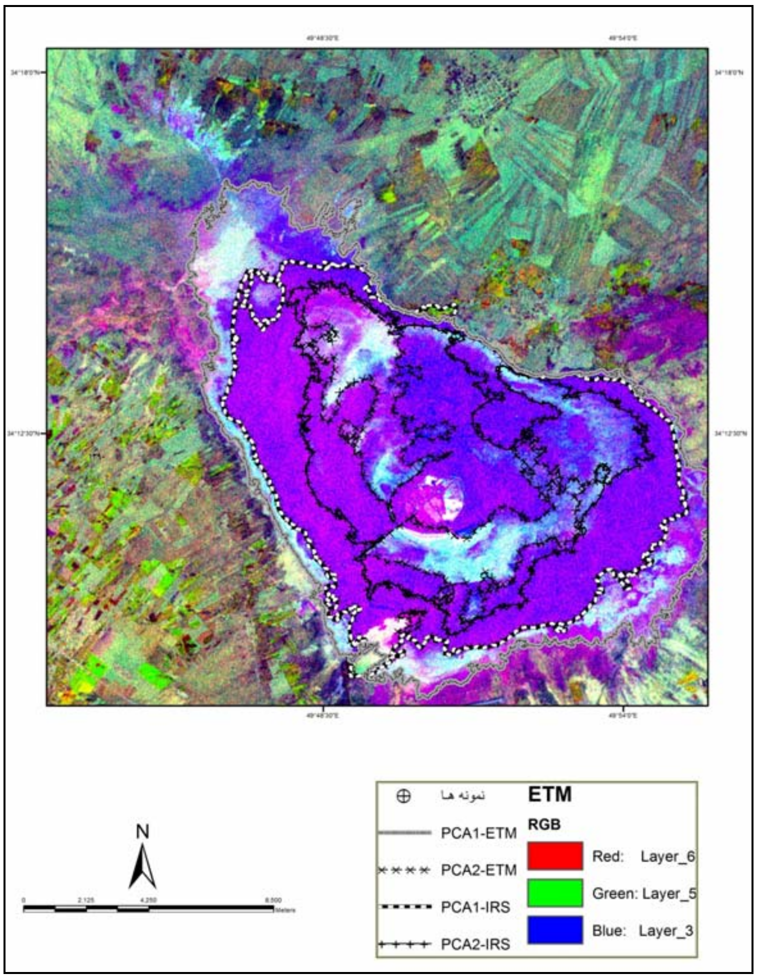
	IRS1	IRS2	IRS3	IRS4
IRS1	۱			
IRS2	۰.۹٥٦۹	۱		
IRS3	۰.٦۷۹۰	۰.٦٦٥۱	۱	
IRS4	۰.۷۸٥۸	۰.۸٤۹٦	۰.۷٤۳٦	۱

1Eigen Value
2 Correlation Matrix
3Correlation Matrix

دول ٤ ضرایب بردارهای ویژه(**λ**) برای باندهای انعکاسی تصویر**IRS- P6(LISSIII)**

	IRS1	IRS2	IRS3	IRS4	Eigenvector	Variances%
PC1	۰.٥۲۰۹	۰.۲۹۰۸	−۰.٤۷۳٦	۰.٦٤۷۸	٦۹۳.۰۳۷	۸٤.۹٤
PC2	۰.٦٤٥٦	۰.٤۰۲۳	۰.۰۷٥۳	−۰.٦٤٤٦	۹۰.۳٥۳	۱۱.۰۷
PC3	۰.٤٤۱۱	−۰ ۸٦۳٥	−۰.۲۱۱۷	−۰.۱۲۱۹	۲٥.۰۲۳	۳.۰٦
PC4	۰.۳٤۲۲	−۰.۰۸۸٦	۰۸٥۱٥	۰.۳۸۷۰	۷.٤٦۷	۰.۹۱

- برای بررسی رسوب‌شناسی سطوح، در دو نوبت در ماه مرداد ۱۳۹۱ از داخلی‌ترین و خارجی‌ترین زون‌های به دست آمده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر اساس شکل ظاهری زمین، ۱۱ نمونه رسوب از عمق ٤۰ سانتیمتری برداشت شد که جدول ٥ موقعیت نمونه‌ها و شکل ۳ نمونه‌های خشک شده را نشان می‌دهد، همچنین موقعیت نمونه‌ها روی شکل مشخص شده است. عمق ٤۰ سانتیمتری از این نظر انتخاب شد که رسوبات دوره اخیر مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۲ سطوح رسوبی مستخرج از تحلیل مؤلفه‌های اصلی و موقعیت نمونه‌ها

جدول ٥ موقعیت نمونه‌های رسوب

شماره نمونه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع نقطه از سطح دریا (متر)
١	٤٩° ٤٩′ ٥٨/٨″	٣٤° ١١′ ١١/٠″	١٦٨١
٢	٤٩° ٥٠′ ١٩/٢″	٣٤° ١١′ ٢٠/٢″	١٦٨١
٣	٤٩° ٥٠′ ١٩/٧″	٣٤° ١١′ ٢٠/٥″	١٦٨١
٤	٤٩° ٥٠′ ٢٠/٢″	٣٤° ١١′ ١٩/٢″	١٦٨٠
٥	٤٩° ٥٠′ ١٧/٨″	٣٤° ١١′ ١٩/٥″	١٦٨٤
٦	٤٩° ٥٠′ ٠٩/٣″	٣٤° ١١′ ١٩/٢″	١٦٧٩
٧	٤٩° ٤٩′ ٤٧/٥″	٣٤° ١١′ ٠٥/٣″	١٦٨٠
٨	٤٩° ٤٨′ ٢٨/٨″	٣٤° ١٠′ ١١/٠″	١٦٨٥
٩	٤٩° ٤٨′ ٢٩/٩″	٣٤° ١٠′ ٠٩/٩″	١٦٨٦
١٠	٤٩° ٤٨′ ٢٤/٠″	٣٤° ١٠′ ٠٤/١″	١٦٨٣
١١	٤٩° ٤٨′ ٢٥/٩″	٣٤° ١٠′ ٠٢/٤″	١٦٨٢



شکل ٣ نمونه‌های رسوب

– دانه‌سنجی (گرانولومتری) نمونه‌ها انجام شد و ضرایب جورشدگی رسوبات با انـدازه‌گیـری انحـراف معیـار ترسیمی جامع که توسط فولک ارائه شده است، محاسبه شد (رابطه ۱):

رابطه ۱ $$\sigma = \frac{\varnothing 84 - \varnothing 16}{4} + \frac{\varnothing 95 - \varnothing 5}{6.6}$$

برای تعیین درجه نظم رسوب، اندیس کودفی کلاسمان (اندیس کرومبین) نیز بر اساس رابطه ۲ محاسـبه شـد. در این رابطه هر قدر دو حد اصلی قطر ذرات یعنی قطر ماکزیمم و مینـیمم رسـوبات، اخـتلاف کمتـری داشـته باشـند، رسوبات یکنواخت‌تر و منظم‌تر است.

رابطه ۲ $$\varnothing = \frac{\varnothing_{s} - \varnothing_{l}}{2}$$

در دو معادله فوق Ø اندازه ذرات در مقیاس فی اسـت کـه عبـارت از لگـاریتم منفـی قطـر ذره در پایـه ۲ اسـت (رابطه۳):

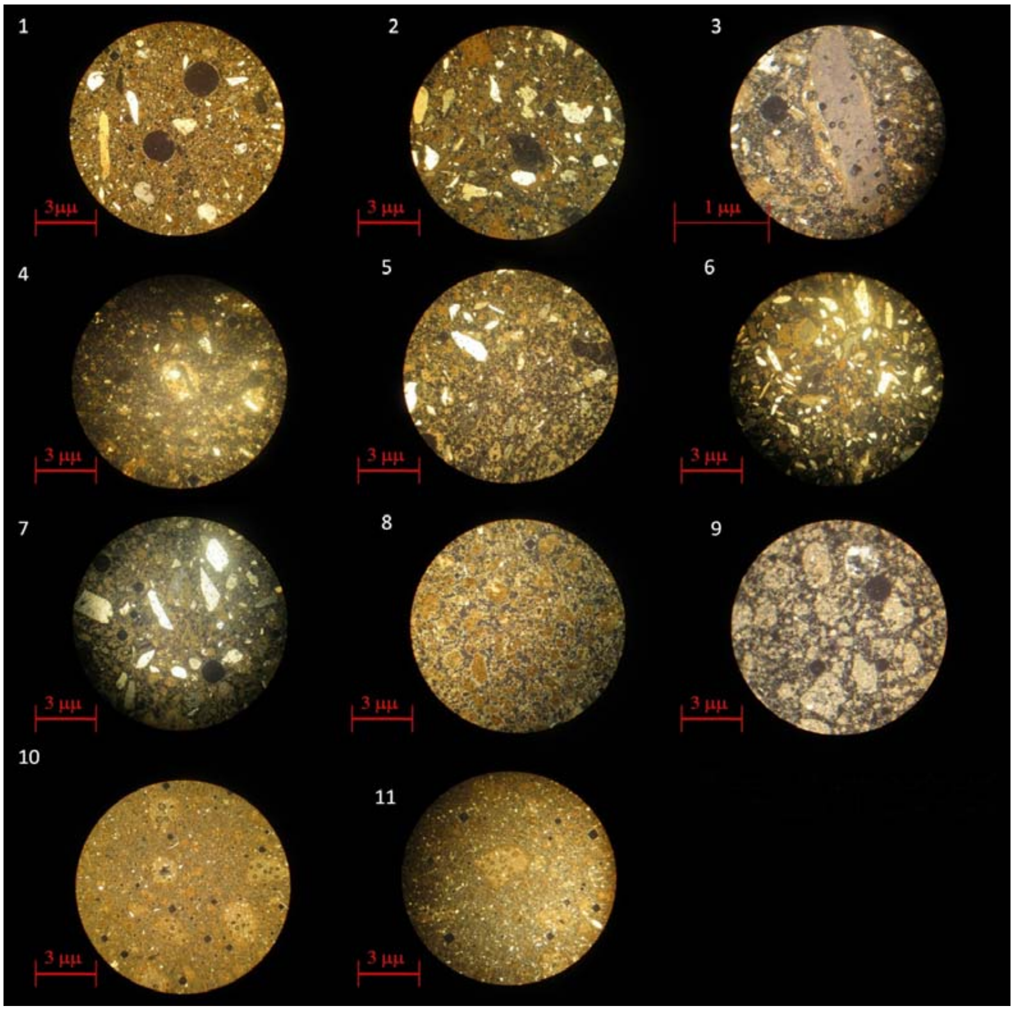
رابطه ۳ $$\phi = -\log_2 D$$

– برای عملیات مورفوسکوپی، رسوبات باقی‌مانده بر روی الک ۸۰ مش، فشرده‌سازی شد و پس از تهیهٔ مقطـع نازک از آن‌ها، با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان رنگی، مورفولوژی دانه‌ها یعنی شکل، میزان گردشدگی، شفافیت و ماتی و همچنین جنس رسوبات مورد بررسی قرار گرفت. از هر مقطع ۱۲۰ دانه به عنوان نمونه تصادفی انتخاب شـد و ضرایب سایش هر کدام از آن‌ها محاسبه گردید. شکل ٤ مقاطع میکروسکوپی نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

بحث و نتایج

نتایج تحلیل در تصویر ETM^{+} دو سطح را شناسایی کرد که سطح درونی متعلق به *PC2* و سطح بیرونی مربـوط به PC۱ بوده است. همچنین از تصویر ***IRS*** نیز دو سطح استخراج شد کـه سـطح بیرونـی متعلـق بـه PC1 و سـطح درونی متعلق به *PC2* بوده است (شکل ۲). سطوح به دست آمده از دو تصویر، شباهت و تطابق زیادی بـا یکـدیگر داشت و مشاهدات میدانی بر اساس تفاوت شکل و رنگ زون‌ها انجام گرفت. شکل‌های ٦ تا ۸ محیط برداشت شش نمونه را نشان می‌دهد. همان گونه که ملاحظه می‌شود، میکروفرم‌های مختلف حاکی از سطوح رسوبی متفاوت است. بررسی‌های مورفوسکوپی مقاطع نشان داد که بیشترین دانه‌ها در نمونه‌ها از نوع کانی‌های رسی بودند. همچنین وجود کانی فلدسپات آلکالن در نمونه‌ها بیانگر آن است که رسوبات آن‌ها بخشی از سال زیر آب هستند. کانی‌های کـوارتز، پلاژیوکلاز، آهک و بیوتیت نیز به طور محدودتری در برخی از مقـاطع مشـاهده شـدند. آلتراسـیون فلدسـپات‌هـا و تشکیل رس تقریباً در تمامی مقاطع قابل رویت بود. از دیگر نکات مهم در مورفوسـکوپی رسـوبات ایـن اسـت کـه کائولنیت در منطقه‌ای از تالاب که قبلاً زیر آب بوده، بیشتر و در حاشیه پلایا بسیار کمتر دیده شـده اسـت. زاویـه‌دار بودن ذرات کوارتز در کل نمونه‌ها مشاهده شد. به طور کلی نمونه‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ۷، ۹، ۱۰ و ۱۱ دارای ذرات مات، بسیار بیشتر از ذرات شفاف بوده است که از تسلط فرسایش بادی در جابجایی ذرات در ایـن نقـاط از تـالاب میقـان

حکایت می‌کند. از طرفی در این نمونه‌ها ذرات زاویه‌دار بر سایر ذرات افزونی داشته‌اند و بنابراین، مسافت حمل شده (توسط باد یا آب‌های جاری) چندان زیاد نبوده و فرآیندهای حمل نتوانسته‌اند زوایای ذرات را به خوبی از بین ببرند. البته شیب منطقه کمتر از ۲ درجه است که این عامل نیز در از بین نرفتن زوایای ذرات نقش داشته است (جدول ٦).



شکل ٤ مقطع میکروسکوپی نمونه‌های رسوب

در بین نمونه‌ها، بیشترین ضریب سایش به نمونه‌های شماره ٦، ٧ و ٨ تعلق دارد اما جورشدگی ذرات تقریباً در تمامی نمونه‌ها نامناسب بود. نمونه شماره ٦ در بین نمونه‌ها از جورشدگی نسبتاً خوبی برخوردار بود (جدول٧). تعداد ذرات کوارتز در بین نمونه‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ به حداقل خود می‌رسد که بیانگر تأثیرگذاری سازندهای مارنی نیمه غربی حوضه و حمل آن‌ها توسط رودهای فصلی و آبراهه‌ها و رسوب‌گذاری آن‌ها در این منطقه است. نمونه‌هایی که به شرق تالاب نزدیک‌تر بودند، درصد بیشتری کانی کوارتز داشتند. این امر می‌تواند ربط‌دهنده رسوبات این بخش از کویر با سازندهای

شمال شرق میقان باشد. از آنجا که جهت باد غالب در تابستان در کویر میقان شمال شرقی است، می‌توان گفت رسوبات توسط آب‌های جاری به منطقه حمل و رسوب‌گذاری شده و در فصل تابستان، به دلیل خشکی میقان فرسایش بادی با شدت بیشتری وارد عمل شده است که گردشدگی ذرات و ضریب فرسایش در این بخش از رسوبات را به حداکثر می‌رساند؛ چنانچه مطالعات میکروسکوپی، گردشدگی مناسب را برای نمونه شماره ۸ نشان داد.

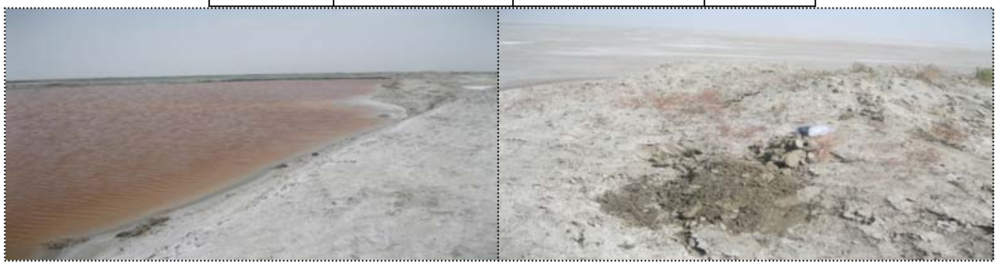
جدول ۶ نتایج آنالیز مورفوسکوپی

نمونه‌ها	درصد شکل دانه			ذرات مات٪	ذرات درخشان٪
	زاویه‌دار	نیمه گرد	گرد		
نمونه۱	۶۰	۲۵٫۸۳	۱۴.۱۶	۶۲.۵	۳۷.۵
نمونه۲	۶۸.۳۳	۲۰٫۸۳	۱۰٫۸۳	۶۰	۴۰
نمونه۳	۵۵٫۸۳	۳۵٫۸۳	۹.۱۶	۵۶.۶۶	۴۳.۳۳
نمونه۴	۶۴.۱۶	۳۰٫۸۳	۰.۰۵	۳۵	۶۵
نمونه۵	۳۰٫۸۳	۰.۴۷	۲۱.۶۶	۷۸.۳۳	۲۱.۶۶
نمونه۶	۳۵٫۸۳	۵۳.۳۳	۱۰٫۸۳	۷۷.۵	۲۲.۵
نمونه۷	۴۸.۳۳	۲۹.۱۶	۲۲.۵	۷۷.۵	۲۲.۵
نمونه۸	۲۱.۶۶	۳۶.۶۶	۴۱.۶۶	۹۳.۳۳	۶.۶۶
نمونه۹	۶۸.۳۳	۳۰٫۸۳	۷.۵	۹۱.۶۶	۸.۳۳
نمونه۱۰	۴۷.۵	۴۲.۵	۱	۵۰٫۸۳	۴۹.۱۶
نمونه ۱۱	۴۷.۵	۴۶.۶۶	۵٫۸۳	۷۰٫۸۳	۲۹.۱۶

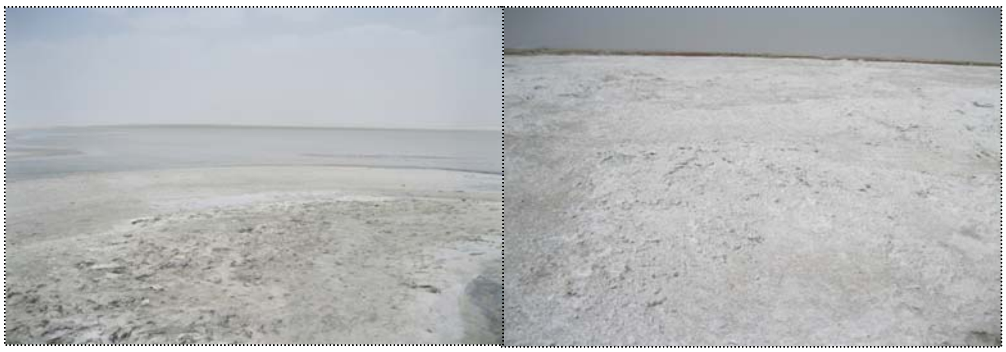
جدول ۷ نتایج آنالیز دانه‌سنجی

شماره نمونه	مقدار جورشدگی ذرات	نوع جورشدگی ذرات	اندیس کودفی
۱	۱.۲۷۳	بد	۰.۶۹۳
۲	۰٫۸۳۳	متوسط	۰.۶۵۰
۳	۰.۷۴۷	متوسط	۰٫۸۲۳
۴	۰.۹۳۲	متوسط	۰٫۸۳۴
۵	۱.۰۴۳	بد	۰٫۸۹۶
۶	۰.۴۲۵	خوب	۰.۶۶۷
۷	۱.۱۱۵	بد	۰٫۸۹۴
۸	۰.۶۰۴	خوب متوسط	۰.۷۸۷
۹	۰.۹۷۹	متوسط	۱.۰۷۷
۱۰	۱.۰۶۸	بد	۱.۲۱۷

۱۱	۱.۰۲۸	بد	۰.۷۵۷



شکل ٦ محیط برداشت نمونه رسوب ۱ و ۲ (از راست به چپ)



شکل ۷ محیط برداشت نمونه رسوب ٤ و ۷ (از راست به چپ)



شکل ۸ محیط برداشت نمونه رسوب ۸ و ۹ (از راست به چپ)

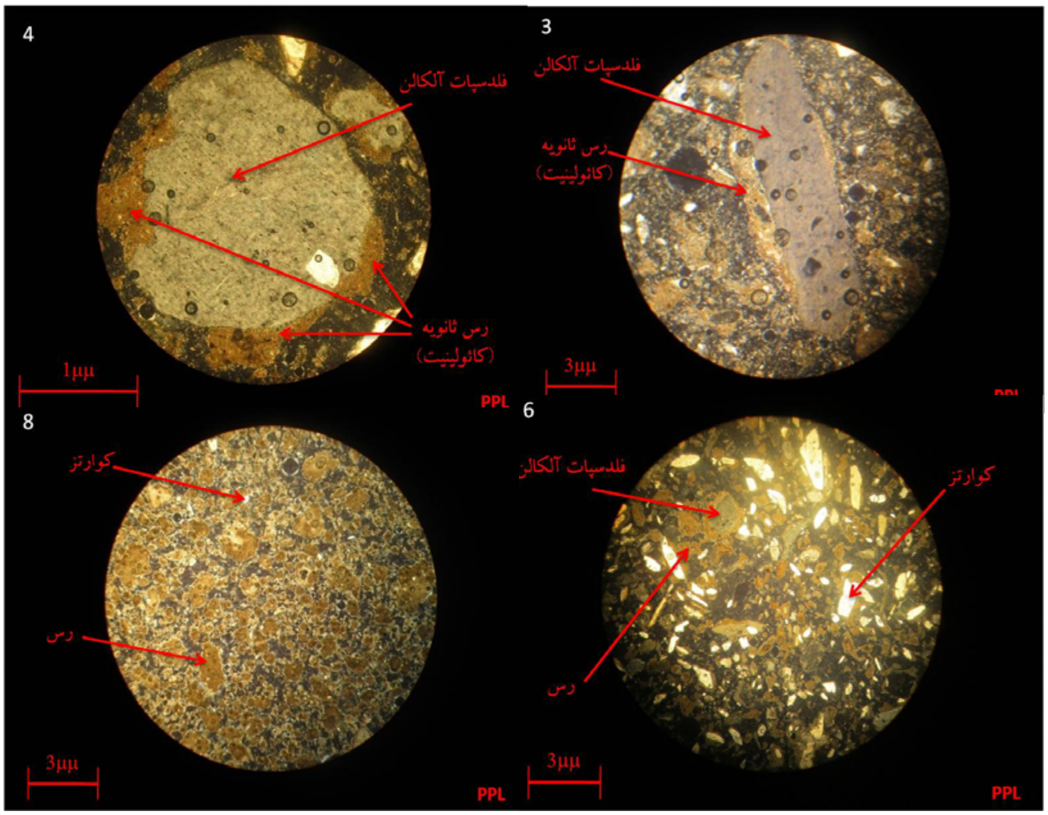


شکل ۹ محیط برداشت نمونه رسوب ۱۰ و ۱۱ (از راست به چپ)

از نتایج بررسی‌های رسوب‌شناسی می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل وجود کـانی فلدسـپات آلکـالن و رس، آب و هوای محدوده‌ای که در حال حاضر خشک است، مرطوب‌تر بوده است. بـه بیـان دیگـر آلتراسـیون فلدسـپات‌هـا و تشکیل رس که تقریباً در تمامی مقاطع قابل رؤیت بود، هوازدگی شیمیایی و وجود آب و هوایی مرطوب‌تر از زمـان حاضر را نشان می‌دهد (موسوی حرمی، ۱۳۸۱: ۳۱). به طور کلی فلدسپات‌های سـالم بیـانگر آب و هـوای خشـک و هوازدگی آن نشان‌دهندهٔ آب و هوای مرطـوب اسـت (نگـارش و لطیفـی، ۱۳۸۸: ۱۲). همچنـین وجـود کائولنیـت در رسوبات سطحی خود تالاب (عدم وجود در حاشیه) و نیز کاهش مقدار کانی‌های فلدسپات در تالاب (و زیاد بـودن آن در حاشیه) مرطوب بودن باتلاق را در دوره‌های اخیر ثابت می‌کند (شکل ۱۰ مقاطع میکروسکوپی نمونـه‌هـای ۳، ٤، ٦ و ۸ را نشان می‌دهد). زاویه‌دار بودن ذرات کوارتز که بیانگر تخریب فیزیکی اسـت، بیشـتر مـی‌توانـد ناشـی از مقاومت نسبی کانی کوارتز و کم شیب بودن و کوچک بودن حوضه میقان باشد. بنابراین به دلیل کـم بـودن مسـافت حمل و شیب کم، فرآیندهای حمل فرصت کافی برای از بین بردن زوایا را نداشته‌اند. بخشی از نمونه‌هـا دارای ذرات ماتو زاویه‌دار بیشتری است که می‌تواند حاکی از تسلط فرسایش بادی در جابجایی ذرات در این نقاط از تالاب میقان باشد. از طرفی در این نمونه‌ها ذرات زاویه‌دار نیز بر سایر ذرات افزونی داشته‌انـد. نمونـه‌هـایی کـه بـه شـرق کـویر نزدیک‌تر بودند، از درصد بیشتری کانی کوارتز برخوردار بودند. این امر می‌تواند ربط‌دهنـدهٔ رسـوبات ایـن بخـش از کویر با سازندهای شمال شرق کویر باشد. از آنجا که جهت غالب باد در تابستان در کویر میقان شمال شـرقی اسـت، می‌توان گفت رسوبات توسط آب‌های جاری به منطقه حمل و رسوب‌گذاری می‌شود و در فصل تابسـتان، بـه دلیـل خشکی کویر میقان فرسایش بادی با شدت بیشتری وارد عمل شده، باعث حمل رسوبات رسی به حاشـیه غربـی و جنوب غربی کویر می‌شود و از طرفی گردشدگی ذرات و ضریب فرسـایش را نیـز در ایـن بخـش از رسـوبات بـه حداکثر می‌رساند؛ چنانچه مطالعات میکروسکوپی، گردشدگی مناسب را برای نمونه شماره ۸ نشان داد. تعـداد ذرات کوارتز در نمونه‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ (زون بیرونی مؤلفه اول تصویر ETM) به حداقل خود می‌رسد که خود این مسأله تأثیرگذاری سازندهای مارنی نیمه غربی حوضه و حمل آن‌ها توسط رودهای فصلی و آبراهه‌ها و رسوب‌گذاری آن‌ها در این منطقه را نشان می‌دهد. به طور کلی جورشدگی ذرات تقریباً در تمامی نمونه‌ها نامناسب بود. نمونه شماره ٦ از جورشدگی نسبتاً خوبی برخوردار بود. در بین نمونه‌ها، بیشترین ضریب سایش به نمونه‌های ٦، ۷ و ۸ تعلق دارد.

به طور کلی شواهد فوق نشان می‌دهد زونی که در سال‌های اخیر درگیر فرسایش آبی در زمسـتان و فرسـایش بـادی در تابستان بوده، بعد از آخرین دوره یخچالی و کاهش باران در تالاب میقان به وجود آمده است و کانی تبخیـری غالـب آن را آهک تشکیل می‌دهد زیرا کربنات‌ها که قابلیت انحلال کمتری دارند، زودتر رسوب‌گذاری کـرده و در نتیجـه زون کربناتی را تشکیل داده‌اند. در ادامه خشکی، سولفات‌ها که حلالیت بیشـتری را نسـبت بـه آهـک داشـته‌انـد شـروع بـه رسوب‌گذاری نموده‌اند که در حال حاضر سولفات سدیم در این منطقه برداشت می‌شـود. مـرز ایـن زون بـا مـرز زون داخلی به دست آمده از PCA2_ETM مطابقت دارد. پژوهش‌های انجام شده در این منطقـه، یـک واحـد بـا حـداکثر

تجمع ژیپس را نشان می‌دهد (موفق، ۱۳۷۸: ۵۵). زون داخلی بر اساس مشاهدات با سطوح نمکی انطباق دارد و با زون داخلی (PCA2_IRS) شبیه است که در سال‌های اخیر بر وسعت آن افزوده شده است. تغییرات این زون در تصاویر، افزایش خشکی در این منطقه را نشان می‌دهد؛ چون کلرورها به‌ویژه کلرور سدیم و منیزیم از انحلال‌پذیرترین کانی‌های تبخیری تالاب‌ها هستند و فقط در زمان افزایش شدت خشکی رسوب می‌کنند و با باران مجدداً حل شده و در سطوح غیر نمکی نیز رسوب می‌کنند و باعث گستردگی املاح نمکی و گسترش کویرزایی می‌شوند.



شکل ۱۰ مقاطع میکروسکوپی نمونه‌های ۳، ٤، ٦ و ۸

نتیجه‌گیری

تالاب‌های موجود در حوضه‌های مرکزی ایران، شواهد تغییرات اقلیمی درازمدت را در خود ثبت کرده‌اند. وسعت این تالاب‌ها در دوران سرد که با افزایش بارش و کاهش تبخیر مواجه بودند، افزوده شده و شواهد خود را به صورت پادگانه‌های مطبق و بسترهای سیلابی نگه داشته است که بیانگر گستردگی این دریاچه‌ها در دوران سرد است. در دوران گرم با افزایش تبخیر و کاهش باران، کانی‌های محلول رسوب کرده و پهنه‌های سخت حاصل از تجمع کانی‌های تبخیری را ایجاد کرده که شواهد دوره‌های گرم است. دریاچه میقان حوضه‌ای به مساحت ۵۵۲۸ کیلومتر مربع را زهکشی می‌کند

که در آخرین دورۀ سرد که حجم آب بیشتری را دریافت نموده، گستردگی بیشتری داشته است. با توجه به وجـود بخـش قابل ملاحظه‌ای از سنگ‌های آهکی، ترکیبات گچی و نمکی در نهشته‌های این حوضه، در دوره‌های سرد که دما پـایین‌تـر بوده و بارش بیشتری دریافت شده است، این کانی‌ها با جریان آب حل شده و به سـمت حوضـه‌هـای انتهـایی زهکشـی شده‌اند. با گرم شدن هوا و افزایش تبخیر نسبت به بارش، کانی‌های محلول رسوب‌گذاری کرده‌اند. بنابراین تالاب میقان به دلیل تجمع کانی‌های تبخیری، شرایط ایجاد کویر را داراست. قابلیت رسوب‌گذاری کانی‌های تبخیـری بـه ترتیـب شـامل کلسیت، آراگونیت، ژیپس و هالیت است. بنابراین در حال حاضر تالاب‌های شور ایران دارای زون‌های کربناتی و سولفاتی (به‌ویژه کلسیت و ژیپس) هستند. املاح نمکی شامل کلرورها به دلیل انحلال‌پذیری زیاد، در زون مرطوب ایـن تـالاب‌هـا تجمع یافته‌اند که در صورت خشک شدن تالاب، این املاح رسوب می‌کنند و با باران‌های اتفاقی و شدید که خاص اقلیم چنین مناطقی است، حل شده و گسترش می‌یابند و در نتیجه با خشک شدن تالاب‌ها، سـطوح نمکـی افـزایش مـی‌یابـد. همچنین نقش باد در حمل نمک و شور ساختن اراضی مجاور این زون‌ها را نباید نادیده گرفـت. بنـابراین مرطـوب نگـه داشتن زون مرکزی تالاب‌های شور ضرورت دارد. نوسانات اقلیمی به صورت سال‌های خشک و مرطوب در حال حاضر در تالاب میقان به صورت تغییرات سطوح نمکی و مرطوب و خشک بودن پهنه گچی نمایان می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت که هر زمان که اقلیم مرطوب‌تر و بارش بیشتر بوده، بخش مرکزی مرطوب و شور دریاچه میقان گسترش یافته و در دوره‌های خشک‌تر نمک‌های محلول رسوب کرده و به همین دلیل در پهنه‌های آهک و ژیپس اطراف دریاچه نیز رسـوب نمک ملاحظه می‌شود. بنابراین بزرگترین تهدید برای این تالاب در حال حاضر قطع شدن آب‌های وارده به آن به‌ویـژه در ایام گرم سال است؛ به طوری که سیلاب‌های فصول سرد سبب گسترش زون کلروره و پخش نمک در زون‌های تخریبی شده و در فصول گرم قطع یا کاهش آب‌های وارده سبب خشکی زمین و تولید گرد و غبار می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی سپاسگزاری می‌کنیم که هزینه‌های این پژوهش را بر عهده داشته است.

References

Alavi Panah,S.K.,(2004). Study of desertification and land changes of playa Damghan by using Multitemporal and Multispectral Satellites. Desert Journal, 9:144-154.

Alavi Panah, S.K., (2003). Study of surface temperature Lut Desert based upon Landsat thermal band and field measurement Biaban, 7: 67-79.

Alavi Panah, S.K., M.R. Sarajian and Ch.B. Komaki, (2002). Temperature map of Lut Desert using thermal band of Landsat satellite. Biaban, 7: 85-99.

Alavi Panah,S.K.,(2000). Assessment Performance of Landsat TM spectral bands in the deserts of Iran, Iran Natural Resource Journal. 53(1):67-78.

Camdevyren, H., Demyr, N., Kanik, A., and Keskyn, S.2005. Use of principal component scores in multiple linear regression models for prediction of Chlorophyll -a in reservoirs. Ecol. Modell., 181,p 581-589.

Eugster, H.P., (1984). Chemistry and sedimentology of marine and non – marineevaporites, Science, 77,237-248.

Eugster,H.P.,(1980). Geochemistry of evaporitic lacustrine deposits.Science,8,35-63.1980.

Ghahroudi Tali,M. (2011).Monitoring of coastline and landforms changes of Persian Gulf using Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS),Spatial Research, Azad Islami University,Ahar Unit,20:61-45.

Ghahroudi Tali,M. (2012).Playas accelerate Aerosol in Iran., Conference on Geomorphology and human habitats (opportunities and constraints).Iranian Association Of Geomorphology.

Ghahroudi Tali,M. (2011). Application of PCA Techniques and OIF index to detection of Evaporate in playa. Case Study. Maharlu Playa, Geography of Arid Region Study Journal. 3:21-36.

Ghahroudi Tali, M., 2010, Assessment of Climate Change in Southern Caspian Sea (Khazar Sea), Climate and Water Balance Changes in the Caspian Region ,Astrakhan, Russian Federation, 19-20 October, 2010.

Günlü,A., Sivrikaya, F., Baskent, E. Z., Keles, S., Çakir, G., Kadiogullari, A. Đ.2008, Estimation of Stand Type Parameters and Land Cover Using Landsat-7 ETM Image: A Case Study from Turkey, Sensors 2008, 8, 2509-2525.

Hardie,L.A.,1968,The origin of the Recent non- marine evaporite deposits of saline valley,Inyo country,California,Geochim.

Krinsely,D.,1970.A Geomrphological and Paleoclimatological study of the playas of iran .PHD,Final Report Thesis,Air Force Cambridge Research Labs.

Mohajerani, S., (1999). Desert sedimentlogy Meghan with Special Reference to the Origin and Spread of evaporate deposits. Master's thesis. Geology. Tehran University.

Moradi, H.K.,(2006). The use of satellite data in the analysis of sedimentary environments of southern Khuzestan plain in the present Covenant. 10th Conference Geology Association of Iran, Tehran.

Movaffagh, I., (1999). Evaporate mineral exploration project at Arak Trmzd Village Phase 1. Iranian mineral mining company. Department of Mines and Metals in Central Province. Arak.

Musavi Herami, R., (2002). The principles of sedimentology, *university of tehran press*, p 82 .

Negaresh,H., Latifi,L., . (2009). East wind deposited by finding the origin of Zabol by Microscopy and physical and chemical analysis of sediments. Journal of Geography and Environmental Planning. 20(1): 1-22.

Rasouli, A.A., Abbasian,S., Jahanbakhsh, S., (2008). Monitoring of water level fluctuations of orumiyeh by Satellites images Multisensory and Multitemporal, Modarres Quarterly,12(2), 53-71

Sanchez-Martos,F.,Jimnez-Espinosa,R.,and Pulido-Bosch,A.2001,Mapping groundwater quality variables using PCA and geostistics:a case study of Bajo Andarax,southeastern Spain, Sciences Hydrologiques,46

Tangestani Hashemi, M and Tavakoli, H., (13862007). Lithological units of salt domes detection using principal component analysis Esther data. The twenty-sixth annual Earth Science. Tehran.

Zamani, F., (1999), Sedimentology of Evaporate basin of Mayghan lake Arak with special altitude on water effect. Master theists, Earth Science Faculty, Shahid Beheshti University.